

明 細 書

研磨布及び研磨布の加工方法並びにそれを用いた基板の製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、基板、特に半導体基板主表面を研磨する研磨布、及びその研磨布の加工方法、並びにその研磨布を用いた基板の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体基板はその主表面に半導体装置を形成するため、高い表面平坦度が要求される。これは半導体装置を構成する配線の最小線幅が $0.2\mu\text{m}$ 以下と非常に小さいため、半導体基板主表面を平坦にして断線等の不良を少なくする必要があるためである。この配線の最小線幅は、半導体装置の集積度を増大させるためにさらに小さくなる傾向があり、それにつれて半導体基板の表面平坦度の一層の向上が求められている。

[0003] 半導体基板の表面平坦度を向上させるには、該表面を研磨するための研磨材料が重要となる。CMP (Chemical Mechanical Polishing) 等の片面研磨の場合、図3に示すように、研磨ヘッド10に保持された半導体基板11は研磨機定盤12の上に貼り付けられた研磨布13の上に所望の圧力で押し付けられる。そして、定盤12と半導体基板11が所定の回転数で回転すると同時に、定盤中央付近からノズル14により研磨剤(スラリー)15が供給され、この研磨剤15が半導体基板11と研磨布13の間に入り込んで研磨が進行する。

[0004] 前記研磨方法はどのような大きさの半導体基板でも概略同じであるが、半導体基板の大きさは、半導体装置のコストを下げるため大型化が進んでいる。研磨においては半導体基板と定盤の回転が半導体基板面内の研磨の均一性を維持するため必要であるが、半導体基板の大口径化は、半導体基板の回転による半導体基板外周部での遠心力と半導体基板外周部から中心までの距離を増加させる。そのため、研磨剤が半導体基板中心部まで入り込みずらくなるという現象を引き起こし、このため半導体基板面内で均一な研磨が行なわれず結果として半導体基板平坦度を悪化させる

要因となる。そこで、半導体基板面内で均一な研磨が行なわれるように半導体基板の中心部まで研磨剤を到達させるため、様々なパターン形状の溝を形成した研磨布が発明されている。

[0005] 溝パターン形状としては格子状(例えば特開2002-100592号公報、特開2000-286218号公報、特開2000-354952号公報、特開2002-367937号公報参照)、三角格子状(例えば特開2000-354952号公報参照)、亀甲状、放射状(例えば特開平7-321076号公報、特開2002-100592号公報参照)、同心円状(例えば特開2002-100592号公報参照)、放射状溝と同心円または螺旋状溝を組み合わせたもの(例えば特開2000-286218号公報、特開2000-354952号公報、特開2002-367937号公報参照)などがあり、そのいずれも研磨剤の保持性と流動性を高めて、研磨剤を半導体基板中心部まで到達させることにより、研磨量を半導体基板面内で均一化することを目的としている。

[0006] 研磨布に格子状、亀甲状、三角格子状のパターンを有する溝を形成した場合、溝は定盤の直径方向と平行になる場合もあるが、ほとんどの溝は平行にならない。溝が定盤の直径方向に平行であれば、定盤回転による遠心力がそのまま研磨剤に伝わるので、その流動性は大きく保たれ、溝を介して研磨剤は研磨布と密着する半導体基板表面中心部まで到達できる。しかし、溝が直径方向に平行でない場合、遠心力は溝方向と溝と直交する方向に分力されて研磨剤には溝方向の力しか作用しないため、研磨剤の流動性は小さくなる。また、基板直下の溝に入り込んだ研磨剤は、定盤外周方向へ向かう間に溝の分岐点で分流されるため、1つの溝を通る研磨剤の量自体が減少していく。そして、溝を介して半導体基板表面中心部まで到達する研磨剤が少なくなると、研磨布と半導体基板の間に入り込む研磨剤も少なくなる。その結果、半導体基板表面中心部の研磨速度は、溝以外の部分から研磨布と半導体基板の間に研磨剤が入り込みやすい半導体基板表面外周部の研磨速度より小さくなり、半導体基板の主表面の平坦度を悪化させることがある。

[0007] 一方、研磨布に同心円状、もしくは螺旋状の溝を形成した場合、そのような研磨布で研磨した半導体基板の表面には、いわゆる研磨リングと呼ばれる微小な同心円状の凹凸が形成される。これは研磨布の溝が半導体基板表面中心から見て、表面のあ

る半径領域に常時接触するため、溝によって形成される研磨布の凹凸がその半径領域に転写されることで発生する。したがって、同心円状、もしくは螺旋状の溝を形成した研磨布で半導体基板を研磨する場合には、半導体基板の表面平坦度を悪化させることがある。研磨布の中には放射状の溝と、同心円状もしくは螺旋状の溝を複合させて研磨布表面に形成したものもあるが、同心円状もしくは螺旋状の溝が研磨布上に存在する限り、研磨リングの問題は必ず発生し、基板の表面平坦度に悪影響を及ぼす。

[0008] 研磨布に放射状の溝を形成した場合、遠心力の分散による研磨剤の流動性の低下や基板直下の溝部での研磨剤の分流、および研磨リングの発生が起こらないため、上記の溝形状に比べ良好な研磨が期待できる。前述の特開平7-321076号公報、特開2002-100592号公報、及び特開2000-354952号公報では、そのような放射状の溝を形成した研磨布を開示している。

[0009] このうち、特開平7-321076号公報の半導体装置の製造方法では、研磨布の放射状の溝が直線、もしくは研磨布の回転方向に対し反対側へ湾曲している研磨布が開示されている。この文献では、形成する放射状の溝の本数や溝の形成間隔は種々変形して実施することが可能とされているが、基板の直径が200mm以上というように大口径化してくると、放射状の溝により研磨される基板直下の溝部体積を規定しないと、研磨定盤や基板の回転速度、基板を押圧する荷重、研磨剤の種類や濃度等を様々に変更しても、研磨布と接している基板主表面の中心部まで研磨剤が入り込みづらくなり、基板の表面平坦度が悪化する可能性がある。

[0010] また、特開2002-100592号公報では、扇状の研磨布片を研磨定盤表面に貼り付けて製造した放射状溝付き研磨布が開示されているが、上記特開平7-321076号公報と同様に、放射状の溝により研磨される基板直下の溝部体積の規定はなく、同様の問題がある。

[0011] また、特開2002-367937号公報では、無発泡樹脂からなる研磨布において、該研磨布に形成された溝と溝との間に形成される凸部の上辺と底辺、及び溝底部の幅を規定している。確かに、無発泡樹脂からなる研磨布上に形成される溝が格子状、三角格子状、同心円状、螺旋状であれば、溝のピッチは一定にできるので、規定さ

れた寸法の溝を形成できる。しかしながら、研磨布上に放射状の溝のみを形成する場合、この文献で規定された溝寸法を放射状溝に適用しようとしても、研磨布最外周部で適用すればよいのか、放射状溝の中心近傍で適用すればよいのか、それとも形成される溝全体がこの規定された寸法に収まれば良いのか判然とせず、研磨中の基板の中心部まで研磨剤を供給できる最適な放射状溝の溝間隔を有する研磨布を提供できないという問題があり、上記特開平7-321076号公報及び特開2002-100592号公報と同様の問題がある。

- [0012] ところで、上記のような半導体基板の中でもSOIウェーハの重要度が高まってきている。これは、電氣的に絶縁性のあるシリコン酸化膜の上にシリコン活性層が形成されたSOIウェーハが、支持ウェーハとシリコン活性層の間に絶縁体である酸化膜(以下BOX酸化膜という)を有するため、シリコン活性層に形成される電子デバイスは耐電圧が高く、 α 線のソフトエラー率も低くなるという大きな利点を有し、デバイスの高速性、低消費電力性、高耐圧性、耐環境性等に優れているためである。また、シリコン活性層が $1\mu\text{m}$ 以下の厚みの薄膜SOIウェーハにおいて、シリコン活性層上に形成されたMOS (Metal Oxide Semiconductor) 型半導体装置は、完全空乏型で動作させた場合、ソース・ドレインのPN接合面積を小さくできるため、寄生容量が低減され、デバイス駆動の高速化をはかることができる。さらに、絶縁層としてのBOX酸化膜の容量がゲート酸化膜直下に形成される空乏層容量と直列になるため、実質的に空乏層容量が減少し、低消費電力化を実現することができる。
- [0013] このようなSOIウェーハは、例えば少なくとも片面が平坦化及び鏡面化された主面を持つ第1のウェーハ(以下ボンドウェーハと呼ぶ)と第2のウェーハ(以下ベースウェーハと呼ぶ)の少なくとも一方にBOX酸化膜を設け、この2枚の主面同士を貼り合わせて接合し、さらに熱処理を加えて接合を強固にした後で、ボンドウェーハを主面とは反対面側から研削及び研磨して所定の厚さのシリコン活性層として絶縁膜上に形成することで製造される。
- [0014] また、SOIウェーハのシリコン活性層には半導体素子が形成されるため、高い膜厚均一性がシリコン活性層に求められる。特にシリコン活性層が $0.3\mu\text{m}$ 以下、特に $0.1\mu\text{m}$ 程度の場合、研磨されるシリコン活性層自体が薄いため、研磨代も小さくなる

傾向にあり、膜厚均一性を保ちながら、シリコン活性層表面の微小凹凸を微小研磨により除去することが大きな課題となっている。

- [0015] そのため、上記したような格子状、三角格子状、亀甲状、放射状、同心円状、螺旋状の溝を形成したスエードタイプの研磨布がSOIウェーハのシリコン活性層の研磨にも用いられるが、研磨リングの発生及び良好な膜厚均一性が得られない品質上の問題が発生する。

発明の開示

- [0016] 本発明は、半導体基板等の研磨において研磨剤が基板中心部まで必要量供給されることにより高い平坦度で研磨を行なうことができ、また、特にSOIウェーハの研磨において、シリコン活性層の膜厚均一性を維持しつつ、その表面の微小凹凸を除去できる研磨布を提供することを目的とする。さらに研磨布表面に溝を形成するにあたって、研磨布のよじれやバリが発生せず、SOIウェーハを含む半導体基板表面にキズをつけない研磨布の加工方法及びこのような研磨布を用いた基板の製造方法を提供することを目的とする。
- [0017] 上記目的達成のため、本発明は、基板を研磨するために用いられる研磨布であって、該研磨布の表面に放射状のパターンを有する溝が形成されており、該溝のうち、前記基板の直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値（基板直下部における溝体積の総和の平均値）が、（基板直下部における溝体積の総和の平均値（ m^3 ）／基板の面積（ mm^2 ））で表したとき0.06以上かつ0.23以下のものであることを特徴とする研磨布を提供する。
- [0018] このように、基板研磨用研磨布表面に放射状に形成される溝のうち、前記基板の直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値が基板の面積に対して上記のように0.06以上であれば、基板面積の絶対値にかかわらず、研磨布表面に形成された溝を介して研磨時に基板と研磨布の間に供給された研磨剤が必要な量だけ基板直下部に存在するので、表面平坦度の高い基板、もしくは膜厚均一性の高いSOIウェーハが製造可能でありかつ、0.23以下であれば研磨キズを発生させることのない研磨布とすることができる。

[0019] さらに、本発明は、基板を研磨するために用いられる研磨布であって、該研磨布の表面に放射状のパターンを有する溝が形成されており、該溝は、前記基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが前記基板直下に存在する溝部分の溝深さより浅く形成されたものであり、前記溝の放射状パターンの中央部で溝と溝との重なり合う交点の前記基板直下に存在しないものであることを特徴とする研磨布を提供する。

[0020] このように、研磨する基板よりも研磨布の中心側に位置する溝部分の溝深さが基板直下に存在する溝部分の溝深さより浅くなるように前記溝が形成されたものであれば、研磨時には半導体基板直下には溝を介して研磨剤が必要量供給される上、溝形成加工時には、研磨布中心付近では溝と溝との間に挟まれた研磨布の幅が狭くなることにより発生する研磨布のよじれや定盤からの剥がれが、溝深さが浅く形成されていることにより発生しなくなり、さらに溝の放射状パターンの中央部で溝と溝との重なり合う交点が基板直下に存在しないものであるため、基板に接触する溝部分でのバリ発生を防ぐことができる。その結果、バリによって基板表面がキズつくことのない高品位の状態で研磨することが可能な研磨布とすることができる。このような溝が形成された研磨布は特に、研磨布中心部の切り抜きがない枚葉式のCMP用研磨布として使用されると好適である。このとき、溝と溝のなす角度が 5° を超えた場合には、研磨布外周部から中心までの溝深さを一定とする溝加工方法で溝を形成しても、研磨定盤中心付近で研磨布の定盤からの剥がれやよじれ、バリの発生がないので問題ないが、溝と溝のなす角度が 5° 以下であれば、研磨定盤中心付近で研磨布の定盤からの剥がれやよじれ、バリの発生があり、ウェーハにキズ等の影響を与える可能性があるので、本発明の研磨布を用いることが好ましい。もちろん溝と溝のなす角度が 5° を超えた場合でも、前述のように、研磨する基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが基板直下となる溝部分の溝深さより浅くなるように形成した研磨布を用いてもよい。

[0021] この場合、前記溝は溝幅が一定であり、溝と溝とのなす角度が下記数式1で得られる数値を越えるように形成されたものであることが好ましい。

(数式1)

溝と溝のなす角度 $= 2 \times \sin^{-1}(\text{溝幅} / (2 \times (\text{研磨布中心から基板中心までの距離} -$

基板半径)))

[0022] 溝と溝のなす角が数式1で得られる数値以下の角度で溝を形成すると、溝同士の重なりあった部分が研磨する基板直下に位置することとなる。基板直下に溝と溝の重なり部分が存在すると、放射状溝に挟まれた研磨布の三角状端部も基板直下に存在することになる。この三角状端部は溝加工中に定盤からの剥がれやよじれ、バリが発生しやすく、それらが発生した場合には、研磨加工を行なうと基板表面に研磨キズを発生させることとなる。しかし、前記角度を超えた溝が形成されたものであれば、溝の重なり部分が基板直下に位置しないものとできるので、その様な研磨キズが発生しないようにできる。

[0023] また、前記溝は溝幅が2.0mm以下のものであることが好ましい。

このように、溝幅が2.0mm以下のものであれば、研磨布表面と溝により形成される研磨布上の凹凸が、研磨される基板の表面に転写されてその表面に悪影響を及ぼす可能性が低くなる。さらに溝幅が1.5mm以下であれば、悪影響を及ぼす可能性がより低くなり好ましい。また、溝の中を流れる研磨剤の量のある程度確保するためには、溝幅が0.4mm以上あった方がより好ましい。

[0024] そして、本発明の研磨布は、不織布タイプ又はスエードタイプであることが好ましい。

不織布タイプやスエードタイプの研磨布は、一般的に広く用いられており、このような研磨布に上記のような溝が形成されたものであれば、より表面平坦度の高い基板や膜厚均一性の高いSOIウェーハを製造できる研磨布を簡単に提供できる。

[0025] さらに本発明では、上記のような溝が形成された研磨布を用いて基板を研磨することを特徴とする基板の製造方法が提供される。

上記のような溝が形成された研磨布を用いて基板を研磨する製造方法であれば、基板と研磨布の間に必要な量の研磨剤が供給されて均一な研磨ができるので、より表面平坦度の高い基板や膜厚均一性の高いSOIウェーハを製造することが可能である。また、剥がれやよじれ、バリが発生しない研磨布により基板を研磨できるので、表面に研磨キズを発生させずに基板を製造できる。

[0026] この場合、前記研磨する基板として、シリコン単結晶ウェーハ又はSOIウェーハを用

いることが好ましい。

半導体装置形成のため、シリコン単結晶ウェーハは高い表面平坦度を必要とし、また、SOIウェーハはそのシリコン活性層の膜厚均一性を維持する必要があるので、このような製造方法によれば、シリコン単結晶ウェーハの高い表面平坦度やSOIウェーハのシリコン活性層における膜厚均一性の要求に好適に応えることができる。また、表面に研磨キズが発生することもなく好ましい。

[0027] また、本発明は、基板を研磨するために用いられる研磨布の表面に溝を形成する方法であって、該溝を、放射状のパターンを有するように形成し、この時、前記溝のうち、前記基板の直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値(基板直下部における溝体積の総和の平均値)が、(基板直下部における溝体積の総和の平均値(mm^3)/基板の面積(mm^2))で表したとき0.06以上かつ0.23以下の関係を満たすように形成することを特徴とする研磨布の加工方法を提供する。

[0028] このように、基板研磨用研磨布表面に放射状に形成する溝を、該溝のうち前記基板の直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値が基板の面積に対して上記のように0.06以上の関係を満たすように形成すれば、基板面積の絶対値にかかわらず、研磨時に基板と研磨布の間に溝を介して必要な量の研磨剤が供給されるので、表面平坦度の高い基板、もしくは膜厚均一性の高いSOIウェーハが製造可能でありかつ、0.23以下の関係を満たすように形成すれば、研磨キズを発生させることのない研磨布を加工することができる。

[0029] また、本発明は、基板を研磨するために用いられる研磨布の表面に溝を形成する方法であって、該溝を、放射状のパターンを有するように形成し、この時、前記基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが前記基板直下となる溝部分の溝深さより浅くなるとともに、前記溝の放射状パターンの中央部で溝と溝とが重なり合う交点が前記基板直下に存在しないように形成することを特徴とする研磨布の加工方法を提供する。

[0030] このように、前記溝を、前記基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが前記基板直下となる溝部分の溝深さより浅くなるよう形成すれば、研磨時には基板直下には研磨剤が必要量供給される上、溝形成加工時には、研磨布中心付近

では溝と溝との間に挟まれた研磨布の幅が狭くなることにより発生する研磨布のよじれや定盤からの剥がれが、溝深さを浅く加工することによりなくなり、さらにこれとともに溝の放射状パターンの中央部で溝と溝とが重なり合う交点が基板直下に存在しないようにするため、基板に接触する溝部分でのバリの発生を防ぐことができる。その結果、バリによって基板表面がキズつくことのない高品位の状態で研磨することが可能な研磨布を加工することができる。このような溝加工は特に、研磨布中心部の切り抜きがない枚葉式のCMP用研磨布を加工する際に好適である。このとき、前記と同じ理由で、溝と溝のなす角度が 5° 以下となるように形成する場合は、研磨定盤中心付近で研磨布の定盤からの剥がれやよじれ、バリが発生し、ウェーハにキズ等の影響を与える可能性があるので、本発明の加工方法を用いることが好ましい。もちろん溝と溝のなす角度が 5° を超えた場合でも、本発明に従い、研磨する基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが基板直下となる溝部分の溝深さより浅くなるように研磨布を加工してもよい。

- [0031] この場合、前記溝を、溝と溝とのなす角度が下記数式1で得られる数値を越えるように形成することが好ましい。

(数式1)

溝と溝のなす角度 $= 2 \times \sin^{-1}(\text{溝幅} / (2 \times (\text{研磨布中心から基板中心までの距離} - \text{基板半径})))$

- [0032] 溝と溝のなす角が数式1で得られる数値以下の角度で溝を形成すると、溝同士の重なりあった部分が研磨する基板直下に位置することとなる。基板直下に溝と溝の重なり部分が存在すると、放射状溝に挟まれた研磨布の三角状端部も基板直下に存在することになる。この三角状端部は溝加工中に定盤からの剥がれやよじれ、バリが発生しやすく、それらが発生した場合には、研磨加工を行なうと基板表面に研磨キズを発生させることとなる。そこで前記角度を超えるように溝を形成すれば、溝の重なり部分が基板直下に位置しないので、その様な研磨キズが発生しないような研磨布を加工できる。

- [0033] また、前記溝を、溝幅が2.0mm以下となるように形成することが好ましい。

このように、溝幅が2.0mm以下となるように溝を形成すれば、研磨布表面と溝によ

り形成される研磨布上の凹凸が研磨される基板の表面に転写されてその表面に悪影響を及ぼす可能性が低くなる。さらに溝幅が1.5mm以下であれば、悪影響を及ぼす可能性がより低くなり好ましい。また、溝の中を流れる研磨剤の量のある程度確保するためには、溝幅が0.4mm以上となるように溝を形成するのがより好ましい。

[0034] また、前記研磨布は不織布タイプ又はスエードタイプであることが好ましい。

不織布タイプやスエードタイプの研磨布は、一般的に広く用いられており、このような研磨布に上記のような溝を形成することにより、より表面平坦度の高い基板や膜厚均一性の高いSOIウェーハを製造できる研磨布を簡単に加工できる。

[0035] さらに本発明では、上記のような方法により加工された研磨布を用いて基板を研磨することを特徴とする基板の製造方法が提供される。

上記のような方法により加工された研磨布を用いて基板を研磨する製造方法であれば、基板と研磨布の間に必要な量の研磨剤が供給されて均一な研磨ができるので、より表面平坦度の高い基板や膜厚均一性の高いSOIウェーハを製造することが可能である。また、剥がれやよじれ、バリが発生しない研磨布により基板を研磨できるので、表面に研磨キズを発生させずに基板を製造できる。

[0036] この場合、前記研磨する基板として、シリコン単結晶ウェーハ又はSOIウェーハを用いることが好ましい。

半導体装置形成のため、シリコン単結晶ウェーハは高い表面平坦度を必要とし、また、SOIウェーハはそのシリコン活性層の膜厚均一性を維持する必要があるので、このような製造方法によれば、シリコン単結晶ウェーハの高い表面平坦度やSOIウェーハのシリコン活性層における膜厚均一性の要求に好適に応えることができる。また、表面に研磨キズが発生することもなく好ましい。

[0037] 本発明の研磨布であれば、表面平坦度の高い基板、もしくは膜厚均一性の高いSOIウェーハが製造可能な研磨布とすることができ、さらに、基板表面に研磨キズがつかない研磨布とできる。これは特に、研磨布中心部の切り抜きがない枚葉式のCMP用研磨布の場合において、その効果大きい。

また、本発明の研磨布の加工方法であれば、表面平坦度の高い基板、もしくは膜厚均一性の高いSOIウェーハが製造可能な研磨布を加工することができ、さらに、基

板表面に研磨キズがつかない研磨布を加工することができる。

そして、本発明の基板の製造方法であれば、より表面平坦度の高い基板や膜厚均一性の高いSOIウェーハを製造することが可能である。また、剥がれやよじれ、バリが発生しない研磨布により基板を研磨できるので、表面に研磨キズを発生させずに基板を製造できる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]本発明に従う研磨布の加工方法を説明する概略図である。

[図2]本発明に従う研磨布の概略図である。

[図3]従来の研磨布による半導体基板の研磨の概略図である。

[図4]研磨布表面に形成された溝の断面斜視図である。

[図5]ウェーハ直下の溝部分を示す概略図である。

[図6]研磨布表面に形成された溝とその溝体積を示す断面斜視図である。

[図7]研磨定盤回転によるウェーハ直下における溝体積部分の総和の変化を示すグラフである(ウェーハが直径300mmの場合)。

[図8]研磨布表面に形成された溝とその溝面積を示す断面斜視図である。

[図9]研磨定盤回転によるウェーハ直下における溝面積部分の総和の変化を示すグラフである(ウェーハが直径300mmの場合)。

[図10]溝と溝の交点の位置を示す概略図であり、(a)は溝と溝の間の角度が数式1より大きい場合、(b)は溝と溝の間の角度が数式1以下の場合である。

発明を実施するための最良の形態

[0039] 以下では、本発明の実施の形態について、基板としてシリコン単結晶ウェーハやSOIウェーハを研磨する場合を例として説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0040] 前述のように、研磨布に放射状の溝を形成した場合、遠心力の分散による研磨剤の流動性の低下や基板直下の溝部での研磨剤の分流、および研磨リングの発生が起こらないため、格子状や同心円状等の他の溝形状に比べ良好な研磨が期待できる。しかしながら、放射状の溝を形成した研磨布には以下の問題点があった。

[0041] 通常、放射状の溝は、溝と溝の成す角度を一定にして研磨布上に形成される。CM

P装置などのような片面研磨装置の定盤に、このような放射状溝付き研磨布を貼り付けてシリコン単結晶ウェーハやSOIウェーハを研磨する場合、該ウェーハは研磨布中心から一定の距離にある研磨ヘッドの押圧リングによって保持されるため、ウェーハ中心と研磨布中心の距離は一定となる。そのため、ウェーハの直径が異なるとウェーハ直下に存在する溝本数も異なることになり、溝を介してウェーハと研磨布の間に供給される研磨剤の量に差が出てくる。したがって、同じ研磨装置、同じ研磨布、同じ研磨条件で研磨を行っても、研磨するウェーハの直径が異なると、最終的なウェーハ表面の平坦度に差が出ることもある。

- [0042] 一方、放射状の溝を形成するには例えば溝入れ工具で研磨布に溝入れ加工を行うが、この際、溝本数が多くなると、研磨布中心付近では溝と溝の間に存在する研磨布の幅が狭くなってしまうため、溝入れ加工中に研磨布が定盤から剥がれたり、よじれたりして正確な溝入れができなくなると同時に、形成された溝端面にバリが発生することがある。このバリが研磨中にウェーハ表面と接触すると、該表面にキズが発生しウェーハ品質に重大な悪影響を及ぼすことがある。これは、特に枚葉式のCMP装置などで使用される中心部を切り取らない研磨布の場合に発生する問題である。
- [0043] このため、前述したように、例えば特開2002-100592号公報では、扇状の研磨布片を定盤表面に貼り付けて製造した放射状溝付き研磨布が開示されている。確かにこの方法では研磨布に溝を形成する必要はないので剥がれ、よじれやバリが発生しないものの、ひとつひとつの研磨布片の表面高さをそろえねばならず、また一定の幅を持った溝を形成するために定盤への貼り付けにも精度が必要となるので、実際にはシリコン単結晶ウェーハ表面の平坦度を高く研磨したり、SOIウェーハの膜厚均一性を高く保ちながら研磨することは困難である。
- [0044] 本発明者らは、研磨布に放射状の溝を形成して様々な直径のシリコン単結晶ウェーハやSOIウェーハを研磨して実験を行い、放射状溝の体積とシリコン単結晶ウェーハやSOIウェーハの面積との間に特別な関係があることを見出して本発明を完成させた。また、研磨布に様々な条件で溝を形成する実験を行い、溝を形成する際、定盤中心付近で溝に挟まれた研磨布の幅が小さくなくても研磨布のよじれや定盤からの剥がれがない溝形成方法を見出し、本発明を完成させた。

[0045] 以下では、本発明の実施形態について図を用いて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

図1は、本発明に従う研磨布の加工方法を説明する概略図である。

まず、加工前に、研磨する所定のシリコン単結晶ウェーハやSOIウェーハ(以下、単にウェーハと記載する場合がある)に対して、研磨布に形成する溝が、放射状パターンを有し、ウェーハ直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値(ウェーハ直下部における溝体積の総和の平均値)をウェーハ面積で割った数値が0.06以上かつ0.23以下の関係を満たし、さらに溝幅が2.0mm以下の所望の値で、ウェーハ半径、研磨布中心からウェーハ中心までの距離及び溝幅から、溝同士の重なりがウェーハ直下に入り込まないような溝と溝のなす角度を算出する。このようにして、溝と溝のなす角度が前記求めた角度以上の角度で、前記関係を満たす溝体積である形成すべき溝を決定する。

[0046] ここで、上述したウェーハ直下部における溝体積の総和の平均値について、さらに詳しく説明する。溝体積とは、図6に示すように、研磨布5に形成される溝6の体積4のことである。溝体積4のうち、ウェーハの直下に存在する溝部分(図5参照)を全て加算することにより、ウェーハ直下部における溝体積の総和を求める。このウェーハ直下部における溝体積の総和は、図7に示すように、研磨布を貼り付けた研磨定盤の回転による溝の回転角(移動角)に応じてある周期をもって変化する。この一周期の間の溝体積の総和の平均値が、ウェーハ直下部における溝体積の総和の平均値となる。これとシリコン単結晶ウェーハ表面の面内平坦度やSOIウェーハの膜厚均一性との関係を本発明者が調査したところ、上記のような関係があれば、基板面積の絶対値にかかわらず、研磨キズを発生させずにシリコン単結晶ウェーハ表面の面内平坦度やSOIウェーハの膜厚均一性を良好に保てることが判明した。

[0047] なお、研磨布は、研磨時にシリコン単結晶ウェーハ、またはSOIウェーハに付与される荷重によって圧縮される。そのため、ウェーハ直下における溝体積の総和も変化する可能性がある。ウェーハ直下に存在する溝部分(図5中の符号8の領域)の溝面積(図8の符号16で示される領域)の総和は図9に示されるように、研磨定盤の回転により周期的に変化する。ウェーハの主表面(図5の符号9の領域)からウェーハ直下

に存在する溝部分(図5中の符号8の領域)を差し引いた領域が、ウェーハに付与される荷重を受けることになるが、上記のように、ウェーハ直下溝部分の溝面積の総和は周期的に変化するため、荷重を受けるウェーハ領域の面積も周期的に変化し、それにつれて圧縮されるウェーハ直下の溝体積も周期的に変化する。以上のことから、ウェーハ直下部における真の溝体積を算出するには、非常に煩雑な作業が必要であるが、本発明者の実験により、研磨布が圧縮される前の段階において、ウェーハ直下部における溝体積の総和の平均値がウェーハの面積と上述の関係にあれば、シリコン単結晶ウェーハの表面平坦度やSOIウェーハの膜厚均一性が良好に保てることが判明した。

[0048] このとき、前述した溝と溝のなす角度は、下記数式1

(数式1)

溝と溝のなす角度 $= 2 \times \sin^{-1} (\text{溝幅} / (2 \times (\text{研磨布中心からウェーハ中心までの距離} - \text{ウェーハ半径})))$

で与えられる角度よりも大きくすることが好ましい。溝と溝とのなす角度が前記数式1で与えられる角度より大きければ、図10(a)に示されるとおり、溝6と溝6'が重なり合う交点7がウェーハ9の外側に位置することとなるので問題ないが、前記数式1で与えられる角度以下であれば、交点7は、図10(b)に示されるとおり、ウェーハ9の直下に位置することになる。この交点付近の研磨布は、両側から溝加工されるため、研磨布が剥がれたり、よれたりして研磨布自体の平坦度が保てない可能性があり、そのような状態が研磨によってウェーハ表面に転写すると、シリコン単結晶ウェーハの表面平坦度が悪化したり、SOIウェーハの膜厚均一性が保てない可能性が出てくる。また、このような研磨布の剥がれやよれにより、溝形成部分にバリが発生する可能性が出てくる。バリが発生すると、研磨中にシリコン単結晶ウェーハやSOIウェーハの表面にキズをつける可能性がある。したがって、溝と溝の間の角度は、上記数式1で与えられる角度よりも大きいことが好ましい。

[0049] 上記数式において、溝幅は研磨布中心からウェーハ中心までの距離と研磨するウェーハの半径によって任意に決定されるが、前記のように2.0mm以下であることが好ましい。溝幅が大きくなると、研磨布表面と溝によって形成される研磨布上の凹凸

が、研磨されるウェーハの表面に転写されやすくなり、シリコン単結晶ウェーハの表面平坦度やSOIウェーハの膜厚均一性に悪影響を及ぼす可能性が高くなる。溝幅が2.0mm以下であれば、ウェーハに接触する平坦な研磨布表面の方が、ウェーハに接触する溝よりもはるかに大きいので、研磨布上の凹凸が、研磨されるウェーハの表面に悪影響を及ぼす可能性が低くなる。なお、溝幅が1.5mm以下であれば、研磨されるウェーハの表面に悪影響を及ぼす可能性がより低くなり、より好ましい。さらに、溝の中を流れる研磨剤の量のある程度確保するためには、溝幅が0.4mm以上あった方がより好ましい。

- [0050] 本発明の研磨布の材質は、シリコン等の基板研磨に通常用いられるものであればよい、例えば、発泡性ポリウレタンであれば、その発泡密度、発泡サイズなどによらず用いることが出来るし、スエードタイプのポリウレタン、ポリエステル製不織布であってもよい。特に、不織布タイプの研磨布であれば、高い表面平坦度が求められるシリコン単結晶ウェーハの研磨に好適に用いることができる。また、スエードタイプの研磨布であれば、高い膜厚均一性が求められるSOIウェーハの研磨に好適に用いることができる。
- [0051] 上記のようにして形成すべき溝の溝体積、溝間角度、溝幅、溝深さ等が決定されたら、溝を形成するために、研磨布を従来の溝形成装置に固定し、溝形成治具を用いて研磨布に溝入れ加工を行う。具体的な加工手順の一例を、図1を用いて説明する。Cは研磨布中心、Aは溝形成前の研磨布表面をそれぞれ示す。まず治具の先端を研磨布表面Aに接触させてその高さを原点とする。次に治具を一旦研磨布外周側の研磨布の存在しない位置まで移動させた後、溝形成治具の先端を所望の溝深さとなるBの高さまで下降させる。そして研磨布外周から研磨布中心方向へ溝形成治具を切り込ませて溝形成を行う。このとき形成されるB面は溝の底にあたり、最初は一定の深さで形成される。この一定深さの溝加工は研磨布外周から少なくともウェーハ研磨時にウェーハの直下に入り込む溝部分まで、すなわち研磨布中心側のウェーハ端面の位置まで行われ、それより中心側の溝については溝深さを浅くして加工する。
- [0052] この場合の浅い溝の形成方法としては、研磨布外周縁部からウェーハ直下に入り込む溝位置まで一定深さの溝を形成し、そのまま溝深さを浅くしながら加工を続け、

所望の溝深さになったら研磨布中心まで一定の溝深さで溝を形成するとよい。図1に示す例では、基板直下に入り込む溝部分より外側の溝を形成した後、溝形成加工を研磨布中心側に向けて溝深さを浅くしながら続け、溝深さがDになった時点で溝形成治具の上方向への送りを止め、その後は一定深さの溝を研磨布中心まで形成する。D面は研磨布中心側に形成される浅い溝の底面を示す。尚、溝形状は研磨剤を研磨中の基板直下へ必要量だけ流せる形であればいずれの形状でもよい。例えば、底がV字形のV字溝でもよいし、底がU字形のU字溝でもよい。溝深さに関しては、少なくとも研磨布外周から研磨布中心側の基板端面までの溝部分については0.5〜2mm程度が好ましく、それより中心側の溝部分については、浅い溝にする場合には0.5mm程度以下であることが好ましい。

[0053] また、このような加工は、上記のような手動による加工の他に、機械による加工でもよい。機械加工による溝形成の場合、回転する超硬製リーマーを研磨布外周側面から研磨布に接触させ、研磨布中心に向かって加工することにより行うことができる。このとき、ウェーハの研磨布中心側ウェーハ端面の位置より内側の溝は前記と同様に浅く形成する必要がある。また、機械加工の場合、溝幅はほぼ0.1mm以上であれば加工可能であるが、前述と同じ理由で、溝幅が0.4mm以上あった方が好ましい。

[0054] また、このような加工は、特に研磨布の中心部を切り抜かない枚葉式のCMP装置に使用する研磨布において好適に用いられる。研磨布の中心部を切り抜かない場合、回転中心近くの研磨布は、溝が重なり合うかたちになるため、何度も溝形成治具で切削されることになる。そのため、溝と溝の間に存在する研磨布の幅は極端に狭くなる。そのような幅の狭い研磨布が形成される過程において、溝深さを深くして切削を行うと、研磨布自体がよじれて平坦度が保てなくなることがある。また、このような研磨布のよじれが切削中に発生すると溝部にバリが発生することがある。この場合、溝深さを浅くして溝を形成してやれば、研磨布のよじれが小さくなり、バリの発生も少なくなるので好適である。

[0055] なお、研磨布に形成される溝は、研磨布外周縁部から研磨布中心まで途切れることなく形成されることが好ましい。研磨布中心から形成された溝が、ウェーハ直下に入り込む研磨布位置までしか形成されない場合、ウェーハ直下の溝終端部には溝形成

によるバリが発生することがあり、発生したバリはウェーハの研磨面にキズを発生させる可能性がある。

また、上記のような一定深さの溝を形成する過程において、溝深さの一定値を途中で変更することは可能であるが、急激に切り込み深さを大きくすると、溝部にバリの発生する可能性があるので、一定深さの溝を形成する場合には、溝の深さを変更しない方が好ましい。

[0056] なお、例えば直径300mmのウェーハを研磨する装置で直径200mmのウェーハを研磨する際には、溝と溝のなす角度が 5° を越えることがある。溝と溝のなす角度が 5° を越えるものであれば、溝の間に存在する研磨布に溝加工に伴う剥がれやバリの発生がないため、形成する溝の深さを研磨布外周から中心まで一定とし、溝体積とウェーハ面積との関係にのみ留意して溝形成を行うことができる。もちろん、前述のように、研磨布外周から研磨布中心側のウェーハ端面の位置まで所定溝深さで加工を行い、それより中心側は溝深さを浅くして加工してもよい。

[0057] このようにして1本目の溝を形成後、決定された溝間角度だけ研磨布を回転させ、同様に2本目の溝を形成する。この作業を繰り返すことにより、所望の溝角度で所望の形状を持った溝が研磨布上に放射状に形成される。この溝は、溝の放射状パターンの中央部で溝と溝とが重なり合う交点がウェーハ直下に存在しないように形成される。このようにして加工された研磨布を図2に示す。この研磨布20は、好ましくは不織布タイプ又はスエードタイプであり、溝21が放射状のパターンで形成されており、かつ(ウェーハ直下部における溝体積の総和の平均値(mm^3)/ウェーハの面積(mm^2))が0.06以上かつ0.23以下のものであり、また、該溝21は、研磨布外周から研磨布中心側のウェーハ端面の位置までは所定溝深さであり、それより中心側は溝深さが浅いものである。そして、溝21の放射状パターンの中央部で溝と溝との重なり合う交点がウェーハ直下に存在しないものである。また、溝21の溝幅は好ましくは2.0mm以下であり、さらに好ましくは0.4mm以上である。そして、好ましくは溝と溝とのなす角度が、

(数式1)

溝と溝のなす角度 $= 2 \times \sin^{-1}(\text{溝幅} / (2 \times (\text{研磨布中心からウェーハ中心までの距$

離-ウェーハ半径)))

で得られる数値を超えるように形成されたものである。

そして、本発明の研磨布又は本発明の加工方法で加工された研磨布を研磨装置の定盤に貼り付け、ウェーハを研磨することにより、表面平坦度の精度が高くキズもないウェーハを製造することができる。特に研磨するウェーハがシリコン単結晶ウェーハであれば表面平坦度が高いものが製造できるし、SOIウェーハであればシリコン活性層の膜厚均一性が高いものが製造できる。

このように、本発明における(ウェーハ直下部における溝体積の総和の平均値/ウェーハの面積)の関係および溝深さの関係は、個々に満足するものとするだけでも十分に効果があるが、同時に満足するものとするれば、一層平坦度の良好な基板の研磨を行うことができるものとなる。

[0058] 以下に本発明の実施例及び比較例をあげてさらに具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例1)

研磨布中心と研磨するウェーハ中心との距離を200mm、研磨するウェーハを直径300mmのSOIウェーハ、溝形状をV字溝、研磨布外周から研磨布中心側のウェーハ端面位置までの溝深さを1.5mm、研磨布中心側のウェーハ端面位置から研磨布中心までの溝深さ一定部分の溝深さを0.5mm、溝幅を2.0mmとし、溝と溝のなす角度を4°、溝本数を90本として本発明の方法でポリウレタン製のスエードタイプの研磨布に溝を形成した。このとき、SOIウェーハ直下部における溝体積の総和を平均した値をSOI面積で割った値は0.117であった。このような研磨布を研磨装置の定盤に貼り付け、直径300mmのSOIウェーハを研磨したところ、そのシリコン活性層の膜厚均一性を示す指標であるSOI膜厚レンジは4.21nmであった。なお、ここでSOI膜厚レンジとは、シリコン活性層の最大膜厚と最小膜厚の差である。また、研磨されたSOIウェーハ表面にキズ等の発生はなかった。

[0059] (実施例2)

研磨布中心と研磨するウェーハ中心との距離を200mm、溝と溝のなす角度を12

°、溝形状をU字溝、溝幅を2.0mm、溝本数を30本として溝をポリウレタン製研磨布に形成した。この研磨布では溝と溝のなす角度が大きいため、研磨布外周端面位置から研磨布中心までの溝深さを1.5mmで一定とした。研磨するウェーハを直径200mmのSOIウェーハとしたとき、ウェーハ直下部における溝体積の総和を平均した値をSOIウェーハ面積で割った値は0.065であった。このような研磨布を研磨装置の定盤に貼り付け、直径200mmのSOIウェーハを研磨したところ、そのSOI膜厚レンジは4.87nmであった。また研磨されたSOIウェーハ表面にキズはなかった。

[0060] (比較例1)

研磨布中心と研磨するウェーハ中心との距離を200mm、溝と溝のなす角度を15°、溝形状をU字溝、溝幅を2.0mm、溝本数を24本として溝をポリウレタン製研磨布に形成した。この研磨布では溝と溝のなす角度が大きいため、研磨布外周端面位置から研磨布中心までの溝深さを1.5mmで一定とした。研磨するウェーハを直径300mmのSOIウェーハとしたとき、ウェーハ直下部における溝体積の総和を平均した値をSOIウェーハ面積で割った値は0.041であった。このような研磨布を研磨装置の定盤に貼り付け、直径300mmのSOIウェーハを研磨したところ、そのSOI膜厚レンジは6.00nmであった。また研磨されたSOIウェーハ表面にキズはなかった。

[0061] (比較例2)

研磨布中心と研磨するウェーハ中心との距離を200mm、研磨するウェーハを直径300mmのSOIウェーハ、溝形状をV字溝、研磨布外周から研磨布中心側のウェーハ端面位置までの溝深さを1.5mm、研磨布中心側のウェーハ端面位置から研磨布中心までの溝深さ一定部分の溝深さを0.5mm、溝幅を2.0mmとし、溝と溝のなす角度を2°、溝本数を180本とし、ポリウレタン製研磨布に溝を形成した。このときSOIウェーハ直下部における溝体積の総和を平均した値をSOI面積で割った値は0.234であった。このような研磨布を研磨装置の定盤に貼り付け、直径300mmのSOIウェーハを研磨したところ、溝の重なり部分がウェーハ直下に入り込んでしまい、研磨されたSOIウェーハ表面にキズが発生してしまった。

[0062] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は単なる例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一

な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

[0063] 例えば、実施例及び比較例としてSOIウェーハについて例示したが、シリコン単結晶ウェーハであってもよく、またウェーハの直径に関しては200mmと300mmのものについて例示したが、それ以上であっても以下であってもよい。

また、使用する研磨布は、ウェーハ表面に発生するキズが防止できるのであれば、少なくともその表面が発泡ウレタン製、あるいは、無発泡のエポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、塩化ビニル樹脂、及びポリカーボネート樹脂製の研磨布であってもよい。

産業上の利用可能性

[0064] 本発明はシリコン単結晶ウェーハをはじめとする基板の研磨に使用する研磨布及びそのような研磨布の溝形成工程並びに基板の製造に使用できる。

請求の範囲

- [1] 基板を研磨するために用いられる研磨布であって、該研磨布の表面に放射状のパターンを有する溝が形成されており、該溝のうち、前記基板の直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値(基板直下部における溝体積の総和の平均値)が、(基板直下部における溝体積の総和の平均値(mm^3)/基板の面積(mm^2))で表したとき0.06以上かつ0.23以下のものであることを特徴とする研磨布。
- [2] 基板を研磨するために用いられる研磨布であって、該研磨布の表面に放射状のパターンを有する溝が形成されており、該溝は、前記基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが前記基板直下に存在する溝部分の溝深さより浅く形成されたものであり、前記溝の放射状パターンの中央部で溝と溝との重なり合う交点の前記基板直下に存在しないものであることを特徴とする研磨布。
- [3] 前記溝は溝幅が一定であり、溝と溝とのなす角度が下記数式1で得られる数値を越えるように形成されたものであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載された研磨布。
- (数式1)
- $$\text{溝と溝のなす角度} = 2 \times \sin^{-1}(\text{溝幅} / (2 \times (\text{研磨布中心から基板中心までの距離} - \text{基板半径})))$$
- [4] 前記溝は溝幅が2.0mm以下のものであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載された研磨布。
- [5] 前記研磨布は不織布タイプ又はスエードタイプであることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載された研磨布。
- [6] 請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載された研磨布を用いて基板を研磨することを特徴とする基板の製造方法。

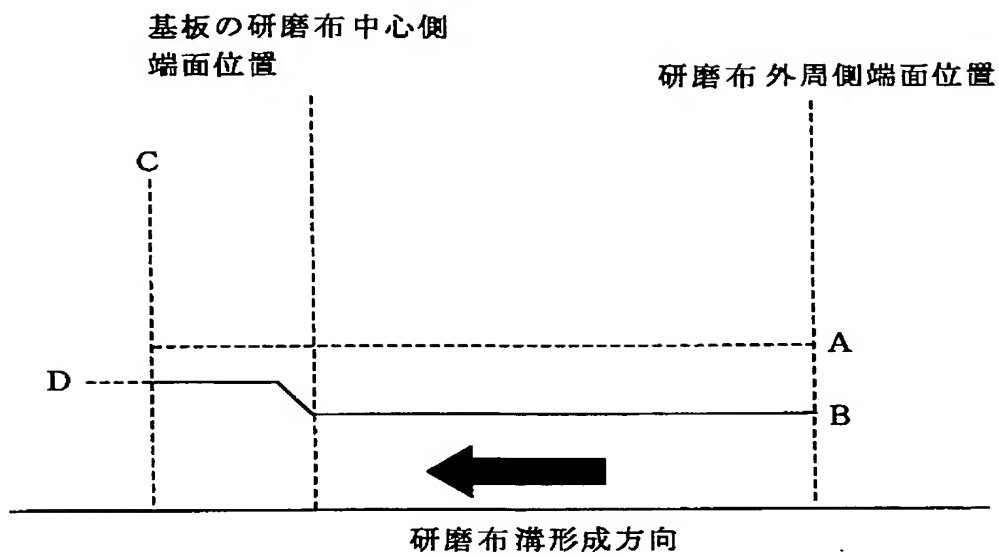
- [7] 前記研磨する基板として、シリコン単結晶ウェーハ又はSOIウェーハを用いることを特徴とする請求項6に記載の基板の製造方法。
- [8] 基板を研磨するために用いられる研磨布の表面に溝を形成する方法であって、該溝を、放射状のパターンを有するように形成し、この時、前記溝のうち、前記基板の直下に存在する全ての溝部分の総体積を平均した値(基板直下部における溝体積の総和の平均値)が、(基板直下部における溝体積の総和の平均値(mm^3)/基板の面積(mm^2))で表したとき0.06以上かつ0.23以下の関係を満たすように形成することを特徴とする研磨布の加工方法。
- [9] 基板を研磨するために用いられる研磨布の表面に溝を形成する方法であって、該溝を、放射状のパターンを有するように形成し、この時、前記基板よりも中心側に位置する溝部分の溝深さが前記基板直下となる溝部分の溝深さより浅くなるとともに、前記溝の放射状パターンの中央部で溝と溝とが重なり合う交点が前記基板直下に存在しないように形成することを特徴とする研磨布の加工方法。
- [10] 前記溝を、溝と溝とのなす角度が下記数式1で得られる数値を越えるように形成することを特徴とする請求項8又は請求項9のいずれか一項に記載された研磨布の加工方法。
- (数式1)
- $$\text{溝と溝のなす角度} = 2 \times \sin^{-1} (\text{溝幅} / (2 \times (\text{研磨布中心から基板中心までの距離} - \text{基板半径})))$$
- [11] 前記溝を、溝幅が2.0mm以下となるように形成することを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれか一項に記載された研磨布の加工方法。
- [12] 前記研磨布は不織布タイプ又はスエードタイプであることを特徴とする請求項8乃至

至請求項11のいずれか一項に記載された研磨布の加工方法。

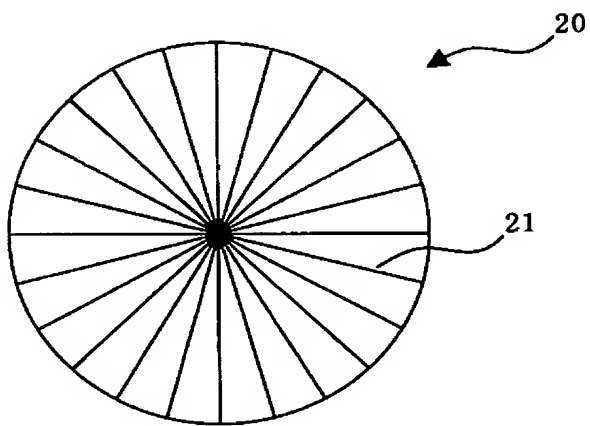
[13] 請求項8乃至請求項12のいずれか一項に記載された方法により加工された研磨布を用いて基板を研磨することを特徴とする基板の製造方法。

[14] 前記研磨する基板として、シリコン単結晶ウェーハ又はSOIウェーハを用いることを特徴とする請求項13に記載の基板の製造方法。

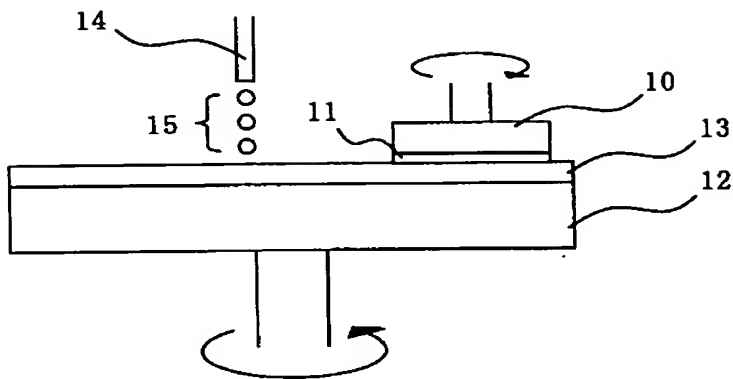
[図1]



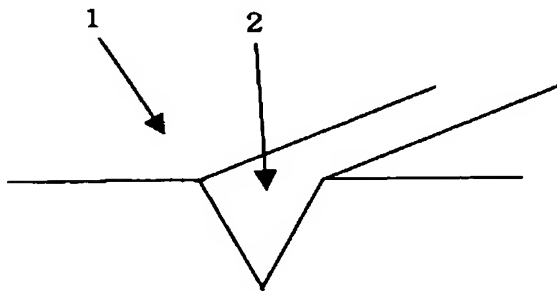
[図2]



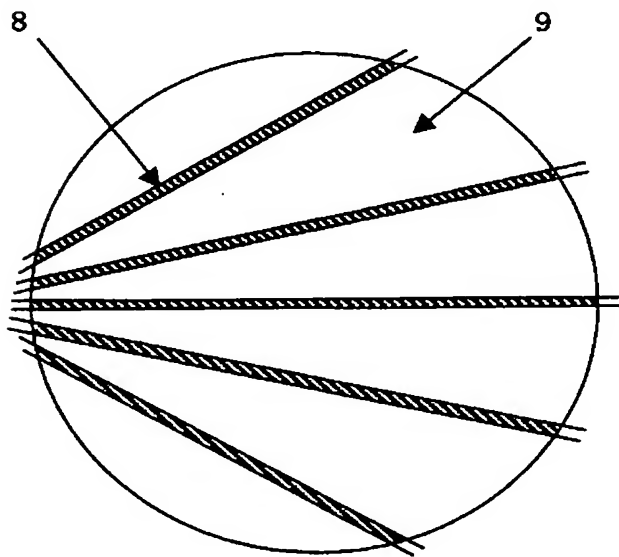
[図3]



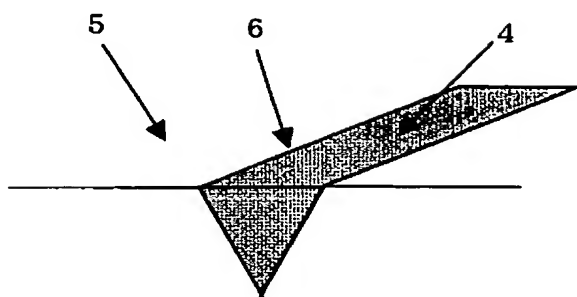
[図4]



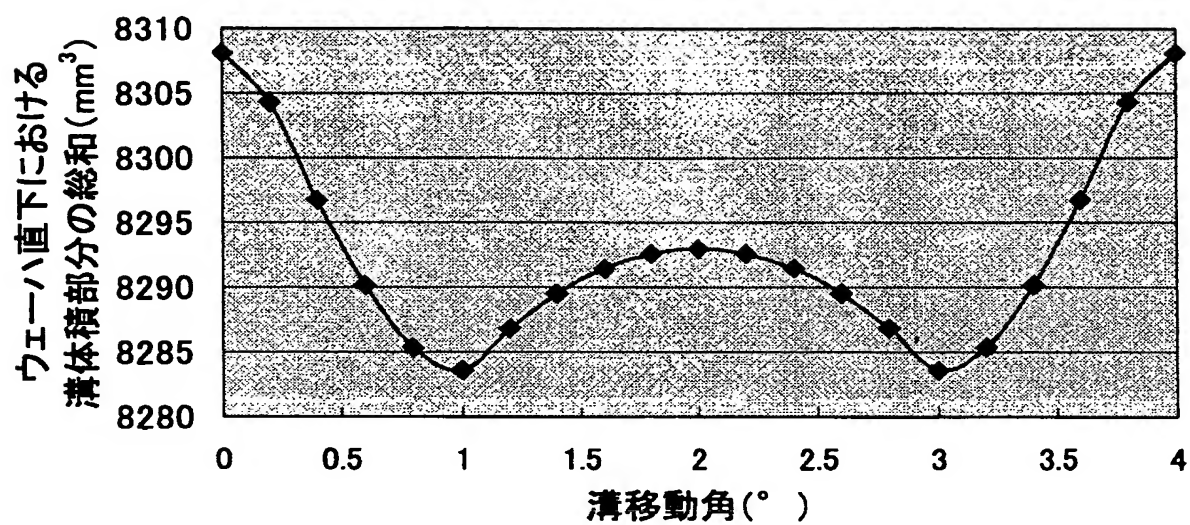
[図5]



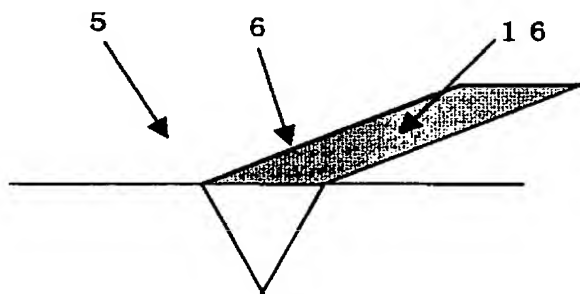
[図6]



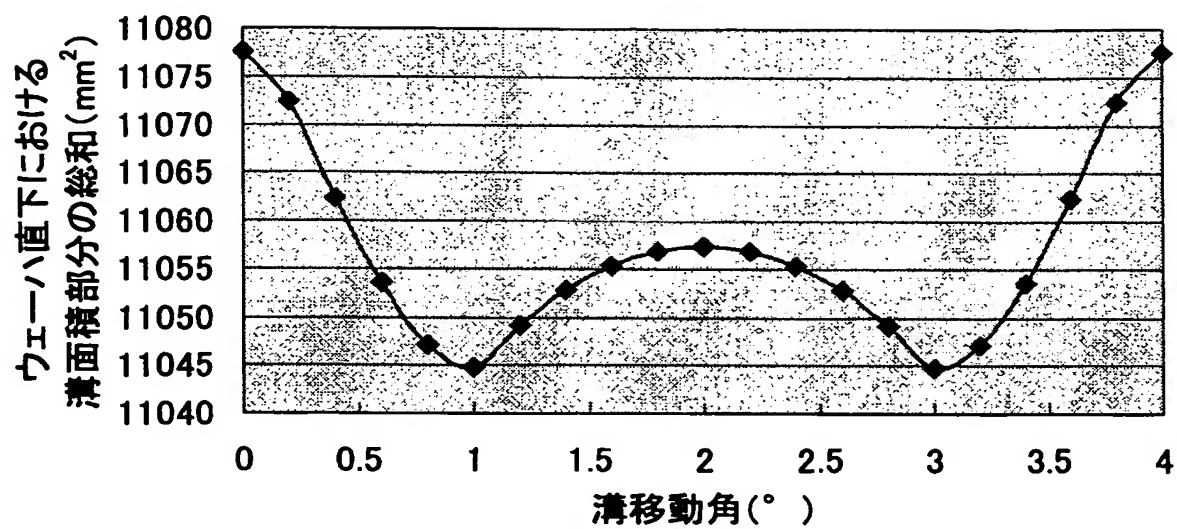
[図7]



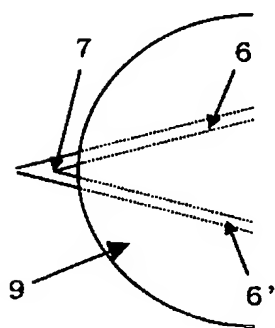
[図8]



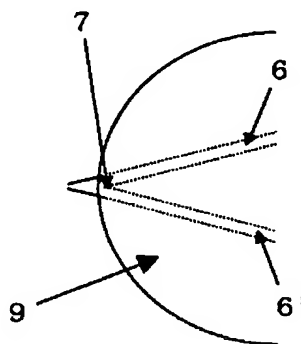
[図9]



[図10]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B24B37/00, H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B24B37/00, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-212752 A (Nikon Corp.), 07 August, 2001 (07.08.01), Claims; Fig. 1 & EP 1211023 A1	1, 8
A	JP 2002-343749 A (NTN Corp.), 29 November, 2002 (29.11.02), Claims (Family: none)	1, 8
X Y	JP 2001-121405 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 May, 2001 (08.05.01), Par. Nos. [0016], [0029], [0038]; Fig. 1 (Family: none)	2, 9 3-7, 10-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 January, 2005 (13.01.05)

Date of mailing of the international search report
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013661

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-321076 A (Toshiba Corp.), 08 December, 1995 (08.12.95), Par. No. [0023]; Fig. 1 (Family: none)	3-7, 10-14
Y	JP 2003-062748 A (Inoac Corp.), 05 March, 2003 (05.03.03), Par. Nos. [0005], [0015], [0041]; Fig. 1 & US 2003/0109209 A1	4-7, 11-14
Y	JP 11-285963 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 19 October, 1999 (19.10.99), Par. Nos. [0001], [0028]; Fig. 1 (Family: none)	7, 14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' B24B37/00 , H01L21/304

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' B24B37/00 , H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2001-212752 A (株式会社ニコン) 2001.08.07, 特許請求の範囲, 第1図 & E P 1211023 A1	1,8
A	J P 2002-343749 A (エヌティエヌ株式会社) 2002.11.29, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1,8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 01. 2005

国際調査報告の発送日

01. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

横溝 顕範

3 C

9 4 2 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-121405 A (松下電器産業株式会社)	2, 9
Y	2001. 05. 08, 段落【0016】, 【0029】, 【0038】, 第1図 (ファミリーなし)	3-7, 10-14
Y	JP 7-321076 A (株式会社東芝) 1995. 12. 08, 段落【0023】, 第1図 (ファミリーなし)	3-7, 10-14
Y	JP 2003-062748 A (株式会社イノアックコーポレ ーション), 2003. 03. 05, 段落【0005】, 【0015】, 【0041】 第1図 & US 2003/0109209 A1	4-7, 11-14
Y	JP 11-285963 A (信越半導体株式会社) 1999. 10. 19, 段落【0001】, 【0028】, 第1図 (ファミリーなし)	7, 14